

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001254645  
PUBLICATION DATE : 21-09-01

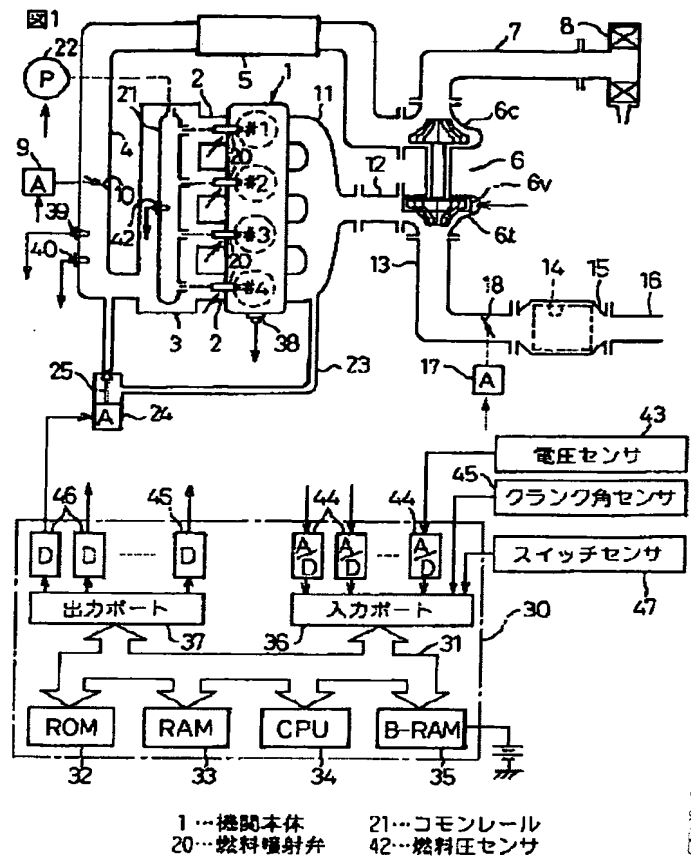
APPLICATION DATE : 08-03-00  
APPLICATION NUMBER : 2000068645

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : OGAWA TAKASHI;

INT.CL. : F02D 41/38 F02D 23/02 F02D 41/06  
F02M 45/04 F02M 47/00

TITLE : FUEL INJECTION DEVICE OF DIESEL  
ENGINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To set a form of pilot injection optimal.

SOLUTION: Fuel injection valves 20 respectively provided on a plural number of cylinders are connected to a common rail 21. At least one pilot injection for igniting source formation is carried out in advance of main injection in one combustion cycle. Cylinder temperature at the time of target ignition of fuel by the main injection when it is assumed that the pilot injection for ignition source formation is not carried out is predicted in accordance with an engine driving state. The form of the pilot injection for ignition source formation, that is, the number of pilot injection times for ignition source formation, fuel injection quantity and fuel injection time are set so that fuel by the main injection is ignited at its target igniting time in accordance with the predicted cylinder temperature.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

FIG. 1

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-254645

(P 2001-254645 A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 D	41/38	F 0 2 D	41/38 B 3G066
	23/02		23/02 H 3G092
	41/06	3 8 5	41/06 3 8 5 S 3G301
F 0 2 M	45/04	F 0 2 M	45/04
	47/00		47/00 E
審査請求 未請求 請求項の数 9		O L	(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-68645 (P2000-68645)

(22) 出願日 平成12年3月8日 (2000.3.8)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 藤原 清

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 阪田 一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

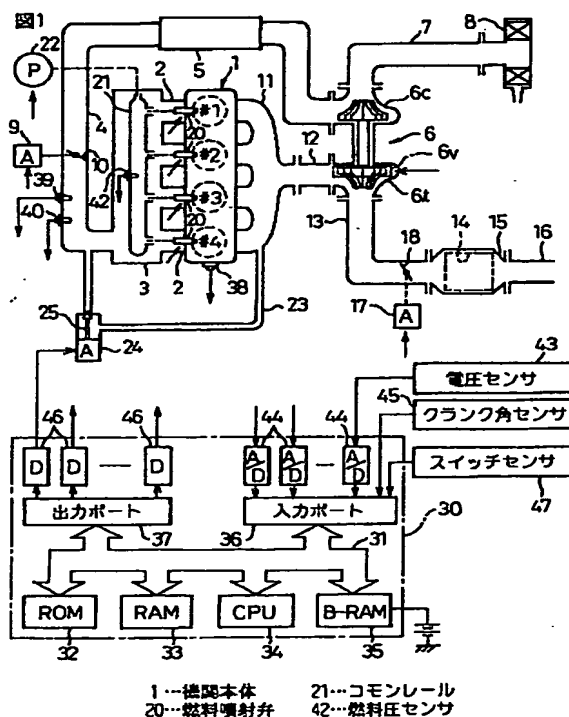
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼル機関の燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 パイロット噴射の形態を最適に設定する。

【解決手段】 複数の気筒にそれぞれ設けられた燃料噴射弁 20 を共通のコモンレール 21 に接続する。1 燃焼サイクル内において主噴射に先立ち少なくとも 1 回の着火源形成用パイロット噴射を行う。着火源形成用パイロット噴射が行われないと仮定したときの、主噴射による燃料の目標着火時期における筒内温度を機関運転状態に基づき予測する。予測された筒内温度に基づいて主噴射による燃料がその目標着火時期に着火するように着火源形成用パイロット噴射の形態、即ち着火源形成用パイロット噴射の回数、燃料噴射量、及び燃料噴射時期を設定する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 1 燃焼サイクル内において主噴射に先立ち少なくとも 1 回の着火源形成用パイロット噴射を行うようにしたディーゼル機関の燃料噴射装置において、着火源形成用パイロット噴射が行われないと仮定したときの、主噴射による燃料の目標着火時期における筒内温度を機関運転状態に基づき予測し、該予測された筒内温度に基づいて着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにしたディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 2】** 前記着火源形成用パイロット噴射の形態が着火源形成用パイロット噴射の回数、燃料噴射量、及び燃料噴射時期のうちから選ばれた少なくとも一つにより定められる請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 3】** 主噴射による燃料がその目標着火時期に着火するように着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 4】** 機関における一つ前の燃焼時におけるクランクシャフトの角速度を検出し、該検出された角速度に基づいて前記筒内温度を予測するようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 5】** 同一の気筒における一つ前の燃焼時の燃焼状態を検出し、該検出された燃焼状態に基づいて前記筒内温度を予測するようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 6】** 着火源形成用パイロット噴射が行われないと仮定したときの、主噴射による燃料の目標着火時期における主噴射による燃料の着火可能温度を機関運転状態に基づき予測し、前記予測された筒内温度と該予測された着火可能温度とに基づいて着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 7】** 機関始動時に前記筒内温度の予測及び前記パイロット噴射の形態の設定を行うようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 8】** 1 燃焼サイクル内において前記着火源形成用パイロット噴射に先立ち少なくとも 1 回の予混合気形成用パイロット噴射を行うことが可能になっており、予混合気形成用パイロット噴射の形態を前記予測された筒内温度に基づいて設定すると共に、予混合気パイロット噴射の燃料噴射量だけ主噴射の燃料噴射量を減少させるようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【請求項 9】** 主噴射を複数回に分割して行うようにした請求項 1 に記載のディーゼル機関の燃料噴射装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明はディーゼル機関の燃料噴射装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来より、1 燃焼サイクル内において主噴射に先立ちパイロット噴射を行うようにしたディーゼル機関の燃料噴射装置が知られている。このようにパイロット噴射を行うと、主噴射による燃料が容易に着火しうようになる。また、パイロット噴射の回数が多くなるにつれてさらに容易になると考えられる。

**【0003】** 一方、機関冷間始動時には大きなフリクションを克服する必要があるため、機関暖機運転を速やかに完了する必要があるため、機関から排出される未燃 HC をできるだけ低減する必要があるため、主噴射による燃料を確実に着火燃焼させることが必要となる。そこで、機関冷間始動時にパイロット噴射を行うと共に、機関回転数又は機関冷却水温度が低いときには高いときに比べてパイロット噴射の回数を多く設定するようにしたディーゼル機関の燃料噴射装置が公知である（特開平 6-129296 号公報参照）。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** ところが、例えば機関回転数が低いときでも筒内温度が高ければ主噴射による燃料は比較的容易に着火燃焼しうる。しかしながら、パイロット噴射の回数が多くなるとその分主噴射の燃料噴射量が減少されるのが一般的であるため、上述の燃料噴射装置のように、単に機関回転数が低いということでパイロット噴射の回数を多くするとフリクションを克服するのに十分な機関出力トルクを得ることができない恐れがあるという問題点がある。また、各パイロット噴射の燃料噴射量及び燃料噴射時期もパイロット噴射の回数に基づいて設定されるため、これら燃料噴射量及び燃料噴射時期も必ずしも最適なものとは言えないことになる。

**【0005】** そこで本発明の目的はパイロット噴射の形態を最適に設定することができるディーゼル機関の燃料噴射装置を提供することにある。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】** 上記課題を解決するために 1 番目の発明によれば、1 燃焼サイクル内において主噴射に先立ち少なくとも 1 回の着火源形成用パイロット噴射を行うようにしたディーゼル機関の燃料噴射装置において、着火源形成用パイロット噴射が行われないと仮定したときの、主噴射による燃料の目標着火時期における筒内温度を機関運転状態に基づき予測し、予測された筒内温度に基づいて着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにしている。即ち 1 番目の発明では、主噴射による燃料の目標着火時期における筒内温度が予測され、この予測された筒内温度に基づいて着火源形成用パイロット噴射の形態が設定されるため、この形態が主噴射による燃料の着火のために最適に設定される。

**【0007】** また、2 番目の発明によれば 1 番目の発明において、前記着火源形成用パイロット噴射の形態が着火源形成用パイロット噴射の回数、燃料噴射量、及び燃

料噴射時期のうちから選ばれた少なくとも一つにより定められる。即ち2番目の発明では、前記予測された筒内温度に基づいて着火源形成用パイロット噴射の回数、燃料噴射量、及び燃料噴射時期のうちから選ばれた少なくとも一つが設定される。

【0008】また、3番目の発明によれば1番目の発明において、主噴射による燃料がその目標着火時期に着火するように着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにしている。即ち3番目の発明では、着火源形成用パイロット噴射の形態の設定によって主噴射による燃料の着火時期が制御される。また、4番目の発明によれば1番目の発明において、機関における一つ前の燃焼時におけるクランクシャフトの角速度を検出し、検出された角速度に基づいて前記筒内温度を予測するようにしている。

【0009】また、5番目の発明によれば1番目の発明において、同一の気筒における一つ前の燃焼時の燃焼状態を検出し、検出された燃焼状態に基づいて前記筒内温度を予測するようにしている。即ち、燃焼が悪化すると筒内に残留する未燃HCが増大し、この残留未燃HCは次の燃焼時に筒内温度の上昇を抑制する。残存未燃HC量は同一の気筒における一つ前の燃焼時の燃焼状態に依存する。そこで5番目の発明では、同一の気筒における一つ前の燃焼時の燃焼状態に基づいて前記筒内温度を予測するようにしている。

【0010】また、6番目の発明によれば1番目の発明において、着火源形成用パイロット噴射が行われないと仮定したときの、主噴射による燃料の目標着火時期における主噴射による燃料の着火可能温度を機関運転状態に基づき予測し、前記予測された筒内温度と予測された着火可能温度とに基づいて着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにしている。即ち、噴射された燃料が着火するか否かは筒内温度のみでは判断できず、筒内温度と着火可能温度とを比較して初めて判断できる。そこで6番目の発明では、前記予測された筒内温度と予測された着火可能温度とに基づいて着火源形成用パイロット噴射の形態を設定するようにしている。

【0011】また、7番目の発明によれば1番目の発明において、機関始動時に前記筒内温度の予測及び前記パイロット噴射の形態の設定を行うようにしている。また、8番目の発明によれば1番目の発明において、1燃焼サイクル内において前記着火源形成用パイロット噴射に先立ち少なくとも1回の予混合気形成用パイロット噴射を行うことが可能になっており、予混合気形成用パイロット噴射の形態を前記予測された筒内温度に基づいて設定すると共に、予混合気パイロット噴射の燃料噴射量だけ主噴射の燃料噴射量を減少させるようにしている。即ち8番目の発明では、予混合気パイロット噴射の燃料噴射量だけ主噴射の燃料噴射量が減少されるので、主噴射による燃料の着火燃焼が容易にされ、このとき予混合

気形成用パイロット噴射の形態が前記予測された筒内温度に基づいて設定される。

【0012】また、9番目の発明によれば1番目の発明において、主噴射を複数回に分割して行うようにしている。即ち9番目の発明では、主噴射1回当たりの燃料噴射量が減少されるので、主噴射による燃料の着火燃焼が容易にされる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1を参照すると、機関本体1は例えば4つの気筒#1、#2、#3、#4を具備する。各気筒はそれぞれ対応する吸気枝管2を介して共通のサージタンク3に接続され、サージタンク3は吸気ダクト4及びインタークーラ5を介して過給機、例えば排気ターボチャージャ6のコンプレッサ6cの出口部に接続される。コンプレッサ6cの入口部は空気吸い込み管7を介してエアクリーナ8に接続される。サージタンク3とインタークーラ5間の吸気ダクト4内にはアクチュエータ9により駆動されるスロットル弁10が配置される。なお、排気タービン6tの排気流入口にはその開口面積を変更可能な可変ノズル機構6vが取り付けられている。可変ノズル機構6vにより排気タービン6tの排気流入口面積を小さくすれば排気圧力が低い機関低回転運転時にも過給圧を高めることができる。

【0014】一方、各気筒は排気マニホールド11及び排気管12を介して排気ターボチャージャ6の排気タービン6tの入口部に接続され、排気タービン6tの出口部は排気管13を介してNO<sub>x</sub>還元触媒14を収容したケーシング15に接続され、ケーシング15は排気管16に接続される排気管13内にはアクチュエータ17により駆動される排気絞り弁18が配置される。NO<sub>x</sub>還元触媒14は例えば銅を担持したゼオライトを具備する。このNO<sub>x</sub>還元触媒14は流入する排気中にHC、COのような還元剤が含まれていると酸化雰囲気でもNO<sub>x</sub>を還元することができる。なお、機関1の燃焼順序は#1-#3-#4-#2である。

【0015】各気筒は筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁20を具備する。各燃料噴射弁20は共通の燃料用蓄圧室又はコモンレール21を介し吐出量を制御可能な燃料ポンプ22に接続される。燃料ポンプ22は低圧ポンプ（図示しない）を介して燃料タンク（図示しない）に接続されており、燃料ポンプ22から吐出された燃料はコモンレール21に供給され、次いで各燃料噴射弁20に供給される。燃料ポンプ22はコモンレール21内の燃料圧が予め定められた目標燃料圧になるように吐出量が制御される。なお、この目標燃料圧は例えば機関運転状態に応じて定めることができる。

【0016】さらに図1を参照すると、排気マニホールド11とスロットル弁10下流の吸気ダクト4とが排気再循環（以下EGRと称す）通路23を介して互いに接続され、EGR通路23内にはアクチュエータ24により

駆動される EGR 制御弁 25 が配置される。電子制御ユニット (ECU) 30 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 31 を介して相互に接続された ROM (リードオンリメモリ) 32、RAM (ランダムアクセスメモリ) 33、CPU (マイクロプロセッサ) 34、常時電源に接続されている B-RAM (バックアップ RAM) 35、入力ポート 36、及び出力ポート 37 を具備する。機関本体 1 には機関冷却水温に比例した出力電圧を発生する水温センサ 38 が取り付けられる。スロットル弁 10 下流の吸気ダクト 4 内には吸気圧力 PM に比例した出力電圧を発生する吸気圧力センサ 39 と、吸気ダクト 4 内の吸入空気温度 THA に比例した出力電圧を発生する吸気温度センサ 40 とが配置される。スタータモータ (図示しない) を駆動するバッテリー (図示しない) の電圧 VB に比例した出力電圧を発生する電圧センサ 41 がバッテリーに取り付けられる。コモンレール 21 にはコモンレール 21 内の燃料圧に比例した出力電圧を発生する燃料圧センサ 42 が取り付けられる。これらセンサ 38、39、40、41、42 の出力電圧はそれぞれ対応する AD 変換器 44 を介して入力ポート 36 に入力される。また、スタータモータスイッチ (図示しない) が ON であることを表す出力パルスが発生するスイッチセンサ 47 が入力ポート 36 に接続される。さらに、入力ポート 36 にはクランクシャフトが例えば 30° 回転する毎に出力パルスが発生するクランク角センサ 45 が接続される。CPU 34 ではクランク角センサ 45 の出力パルスに基づいてクランクシャフトの角速度及び機関回転数 N が算出され、吸気圧力センサ 39 の出力電圧に基づいて吸入空気量 Ga が算出される。

【0017】一方、出力ポート 37 はそれぞれ対応する駆動回路 46 を介して可変ノズル機構 6v、各アクチュエータ 9、17、24、各燃料噴射弁 20、及び燃料ポンプ 22 にそれぞれ接続される。ところで、コモンレール 21 を設けると各気筒の 1 燃焼サイクル内に燃料を複数回噴射することが可能になる。そこで本実施態様では、機関出力トルクを発生させるべく概ね圧縮上死点周りで行われる主噴射とは別に、主噴射から進角側に時期的間隔を隔ててパイロット噴射を行うようにしている。

【0018】パイロット噴射は主噴射に先立って少量の燃料を噴射するものである。このパイロット噴射は例えば主噴射よりも前の圧縮行程、即ち例えば圧縮上死点前 (以下 B T D C と称する) 70 から 0° クランク角 (以下 C A と称する) 程度で行われ、主噴射に対する時期的間隔が大きいときには予混合気を形成し、小さいときは主噴射による燃料を着火燃焼させるための着火源を形成する。また、複数回のパイロット噴射を行うことも可能であり、従って予混合気形成用パイロット噴射と着火源形成用パイロット噴射との両方を行うこともできるし、予混合気形成用パイロット噴射及び着火源形成用パイロット噴射をそれぞれ複数回行うこともできる。ここで、

燃焼時にはまず着火源形成用パイロット噴射による燃料が着火し、次いでこれを着火源として主噴射による燃料が着火し、主噴射による燃焼火炎により予混合気形成用パイロット噴射による燃料が燃焼する。燃料噴射時期だけでなく、この意味でも着火源形成用パイロット噴射と予混合気形成用パイロット噴射とは全く性質を異にしている。

【0019】さらに、主噴射を複数回に分割して行うことも可能である。即ち、例えば主噴射を 2 回に分割した場合には、主噴射で噴射すべき全燃料量の半分ずつが各主噴射において噴射される。このようにすると、主噴射 1 回当たりの燃料噴射量を低減することができる。図 2 には 1 燃焼サイクル内における燃料噴射作用の形態、即ち、各燃料噴射の回数、燃料噴射時間、及び燃料噴射時期、の例が燃料噴射弁 20 の開弁期間の形で概略的に示されている。図 2 (A) に示す例では、主噴射が 1 回だけ行われ (M)、着火源形成用パイロット噴射が 1 回だけ行われ (I P)、予混合気形成用パイロット噴射は行われない。図 2 (B) に示す例では、主噴射が 1 回だけ行われ (M)、着火源形成用パイロット噴射が 1 回だけ行われ (I P)、予混合気形成用パイロット噴射が 1 回だけ行われる (P P)。図 2 (C) に示す例では、主噴射が 2 回だけ行われ (M1、M2)、着火源形成用パイロット噴射が 1 回だけ行われ (I P)、予混合気形成用パイロット噴射は行われない。なお、本実施態様では 1 燃焼サイクル内において、主噴射、着火源形成用パイロット噴射、及び予混合気形成用パイロット噴射がそれぞれ最大で 2 回行われ、先に行われるものを第 1 の燃料噴射と称し、後に行われるものを第 2 の燃料噴射と称することにする。

【0020】次に、機関始動時における燃料噴射形態の決定方法について説明する。第 1 及び第 2 の主噴射の燃料噴射時間の合計を総燃料噴射時間 TAUMT で表すと、本実施態様では機関始動時における主噴射の総燃料噴射時間 TAUMT が次式により算出される。

$$TAUMT = TAU T - (TAU IPT + TAU PP T)$$

ここで TAU T は総燃料噴射時間、TAU IPT は着火源形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間、TAU PP T は予混合気形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間をそれぞれ表している。総燃料噴射時間 TAU T は機関始動に最適な 1 燃焼サイクルで噴射されるべき総燃料量を表す燃料噴射時間であり、予め実験により求められている。この総燃料噴射時間 TAU T は例えば機関冷却水温度 THW と機関回転数 N との関数として予め ROM 32 内に記憶されている。

【0021】その上で、主噴射を 1 回だけ行うべきときの第 1 及び第 2 の主噴射の燃料噴射時間 TAUM

(1)、TAUM (2) は次式により算出される。

$$TAUM (1) = TAUMT, \quad TAUM (2) = 0$$

一方、主噴射を2回だけ行うべきときには次式により算出される。

$$TAUM(1) = TAUM(2) = TAUMT / 2$$

同様に、着火源形成用パイロット噴射を1回だけ行うべきときの第1及び第2の着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時間TAUIP(1)、TAUIP(2)は次式により算出される。

$$【0022】TAUIP(1) = TAUIPT, \quad TAUIP(2) = 0$$

着火源形成用パイロット噴射を2回だけ行うべきときには次式により算出される。

$$TAUIP(1) = TAUIP(2) = TAUIPT / 2$$

また、予混合気形成用パイロット噴射を1回だけ行うべきときの第1及び第2の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時間TAUPP(1)、TAUPP(2)は次式により算出される。

$$【0023】TAUPP(1) = TAUPPT, \quad TAUPP(2) = 0$$

着火源形成用パイロット噴射を2回だけ行うべきときには次式により算出される。

$$TAUPP(1) = TAUPP(2) = TAUPPT / 2$$

着火源形成用パイロット噴射を行うべきでないときには次のようになる。

$$【0024】TAUPP(1) = TAUPP(2) = 0$$

次に、着火源形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUIPTの算出方法について説明する。主噴射が開始されてから、主噴射による燃料が着火するまでの着火遅れ期間が長くなると未燃HC量が増大し、その結果機関から多量の未燃HC量が排出され、筒内に多量の未燃HCが残留する。また、機関暖機運転を速やかに完了できないだけでなく、振動、騒音も大きくなる。そこで本実施態様では、主噴射による燃料の目標着火時期IGTを設定し、主噴射による燃料が目標着火時期IGTに着火するように、燃料噴射形態を設定している。

【0025】詳しく説明すると、クランク角が圧縮上死点に近づくにつれて筒内温度が上昇し、着火源形成用パイロット噴射が行われないうち又は着火源形成用パイロット噴射による燃料が着火燃焼しないと仮定したときの筒内温度TCは図3の破線で示されるように上昇する。この目標着火時期IGTにおいて、筒内温度TCが主噴射による燃料の着火可能温度TIよりも低いと主噴射による燃料が着火せず、着火したとしても十分に燃焼しない。この状態は特に機関冷間始動時に起こりうる。

【0026】一方、着火源形成用パイロット噴射による燃料が着火燃焼すると図3の実線で示されるように筒内温度TCが上昇し、その結果目標着火時期IGTにおいて筒内温度TCを着火可能温度TIよりも高くすることができ、従って主噴射による燃料を着火させて十分に燃

焼させることができる。そこで本実施態様では、着火源形成用パイロット噴射を1燃焼サイクル内において少なくとも1回行うと共に、目標着火時期IGTにおいて筒内温度TCが着火可能温度TIよりも高くなるように着火源形成用パイロット噴射の形態を設定している。

【0027】主噴射による燃料の目標着火時期IGTは機関回転数Nや主噴射の燃料噴射時期のような機関運転状態に基づいて設定することができる。しかしながら本実施態様では、説明を簡単にするために目標着火時期IGTを一定にしている。この目標着火時期IGTにおける筒内温度及び主噴射による燃料の着火可能温度は各燃料噴射の形態を決定すべき時点において当然知ることができず、予測せざるを得ない。ところが、目標着火時期IGTにおける筒内温度は機関における一つ前の燃焼時、即ち例えば1番気筒の筒内温度は2番気筒の燃焼時におけるクランクシャフトの角速度VCAM0が高くなるにつれて高くなる。また、目標着火時期IGTにおける筒内温度は例えば機関冷却水温THW、吸気温度THA、吸気圧力PM、バッテリー電圧VBにも依存する。そこで、これらVCAM0、THW、THA、PM、VBに基づいて目標着火時期IGTにおける筒内温度TCEを予測するようにしている。なお、この予測筒内温度TCEはVCAM0、THW、THA、PM、VBの関数として予め求められており、ROM32内に記憶されている。また、一つ前に燃焼が行われる気筒の圧縮上死点周り又は爆発行程時におけるクランクシャフト角速度に基づいて次に燃焼が行われる気筒の予測筒内温度TCEを求めることもできる。

【0028】機関始動時には燃焼が行われる毎に目標着火時期IGTにおける筒内温度が上昇するので、機関における一つ前の燃焼時におけるクランクシャフトの角速度に基づき予測筒内温度TCEを求めるようにすると、正確に筒内温度を予測できる。ところが、筒内に未燃HCが残留していると、次の圧縮行程時にこの残留未燃HCが気化するので、その分だけ筒内温度が低下する。この筒内温度の低下分は残留未燃HC量に依存し、残留未燃HC量は同一の気筒における一つ前の燃焼時の燃焼状態に依存し、燃焼状態は燃焼時における機関回転数Nの変化率やクランクシャフト角速度の形で表すことができる。そこで、同一の気筒における一つ前の燃焼時の機関回転数Nの変化率及びクランクシャフト角速度を検出し、これら機関回転数Nの変化率及びクランクシャフト角速度に基づいて上述の予測筒内温度TCEを補正するようにしている。

【0029】一方、燃料の着火可能温度は筒内圧力に依存する。そこで、まず目標着火時期IGTにおける筒内圧力PCEを予測し、この予測筒内圧力PCEに基づいて目標着火時期IGTにおける着火可能温度TIEを予測するようにしている。ここで、予測筒内圧力PCEは上述した予測筒内温度TCEと同様に、VCAM0、T

HW, THA, PM, VBの関数として予め求められており、ROM32内に記憶されている。また、予測着火可能温度TIEも予測筒内圧力PCEの関数として予めROM32内に記憶されている。

【0030】着火源形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUIPTの算出方法に話を戻すと、この総燃料噴射時間TAUIPTは目標着火時期IGTにおいて実際の筒内温度を予測着火可能温度TIEよりも高くする温度上昇を得るのに必要な燃料噴射時間である。この総燃料噴射時間TAUIPTは予め実験により求められており、温度差DIFの関数として予めROM32内に記憶されている。具体的には、温度差DIFが大きくなるにつれて総燃料噴射時間TAUIPTが大きくなる。

【0031】ところで、筒内（又は燃焼室内）に噴射された燃料は筒内を拡散しながら空気と混合し、可燃混合気を形成する。ところが、温度差DIFが大きいときには機関回転数Nが低い場合が多く、このとき筒内に強い空気流れが存在しないので燃料と空気の混合が促進されにくい。また、温度差DIFが大きいときには着火源形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUIPTも大きくなっており、このような多量の燃料を1回の燃料噴射作用で噴射すると、この多量の燃料の全てが短時間のうちに空気と十分に混合できない恐れがある。そこで、温度差DIFが予め定められた設定値D0よりも大きいときには着火源形成用パイロット噴射を2回行うようにしている。その結果、着火源形成用パイロット噴射1回当たりの燃料噴射量が少なくなるので空気との十分な混合が確保され、着火源形成用パイロット噴射による燃料を確実に着火燃焼させることができる。なお、温度差DIFが設定値D0よりも小さいときには着火源形成用パイロット噴射が1回だけ行われる。

【0032】着火源形成用パイロット噴射が2回だけ行われるときには第1及び第2の着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期ITIP(1), ITIP(2)が設定され、1回だけ行われるときには第1の着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期ITIP(1)が設定される。この場合、予測筒内温度TCEが低いとき程目標着火時期IGTに対する進角量が大きくなるように燃料噴射時期ITIP(i) (i=1, 2)が定められる。即ち、筒内温度が低いときには着火源形成用パイロット噴射による燃料が着火燃焼しにくい。そこで、燃料噴射時期ITIP(i)を進角させることにより、着火源形成用パイロット噴射による燃料と空気との混合が促進されるようにしている。なお、この燃料噴射時期ITIP(i)は予測筒内温度TCEの関数として予めROM32内に記憶されている。

【0033】このようにして着火源形成用パイロット噴射の形態、即ち燃料噴射時間、回数、及び燃料噴射時期が決定される。ところで、上述の温度差DIFが比較的大きいときには、着火源形成用パイロット噴射の形態を

最適にしても主噴射による燃料が良好に燃焼しない恐れがある。一方、上述したように燃料噴射1回当たりの燃料噴射量を少なくすると良好な燃焼を得ることができ、主噴射1回当たりの燃料噴射量を少なくするためには主噴射を2回に分けて行う方法と、予混合気形成用パイロット噴射を行ってその分主噴射の燃料噴射量を少なくする方法とが考えられる。そこで、温度差DIFが予め定められた設定値D1よりも小さいときには予混合気形成用パイロット噴射を禁止すると共に主噴射を1回だけ行い、DIFがD1よりも大きいときには予混合気形成用パイロット噴射を行うか又は主噴射を2回行うようにしている。

【0034】予混合気形成用パイロット噴射を行うと、このとき噴射された燃料は着火燃焼するまでに筒内の空気と十分混合することができ、従って未燃HCを低減することができる。ところが予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射量が多くなり、従って主噴射の燃料噴射量が少なくなると、機関出力が低下して機関始動を速やかに完了できない恐れがある。

【0035】そこで機関負荷Lを検出し、機関負荷Lが予め定められた設定値L0よりも低いときには予混合気形成用パイロット噴射を行うと共に主噴射を1回だけ行い、機関負荷Lが設定値L0よりも高いときには予混合気形成用パイロット噴射を禁止すると共に主噴射を2回行うようにしている。本実施態様では、機関負荷Lは機関冷却水温THW、バッテリー電圧VB、及び機関回転数Nの関数として予め求められており、ROM32内に記憶されている。言い換えると、予混合気形成用パイロット噴射と、2回的主噴射とが機関負荷Lに応じて選択的に行われる。

【0036】即ち、温度差DIFが設定値D1よりも小さいとき、又はDIFがD1よりも大きくかつ機関負荷Lが設定値L0よりも高いときには予混合気形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUPPTが零にされる。これに対し、DIFがD1よりも大きくかつLがL0よりも低いときには予混合気形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUPPTが温度差DIFに基づいて算出される。具体的には、温度差DIFが大きいときほど主噴射による燃料が燃焼しにくいので、温度差DIFが大きくなるにつれて総燃料噴射時間TAUPPTが大きくなる。この総燃料噴射時間TAUPPTは予め実験により求められており、温度差DIFの関数として予めROM32内に記憶されている。

【0037】この場合、予混合気形成用パイロット噴射の回数及び燃料噴射時期は着火源形成用パイロット噴射の場合と同様に決定される。即ち、温度差DIFが予め定められた設定値D2よりも大きいときには予混合気形成用パイロット噴射が2回行われ、DIFがD2よりも小さいときには1回だけ行われる。また、予測筒内温度TCEが低いとき程目標着火時期IGTに対する進角量

が大きくなるように燃料噴射時期ITPP(i) (i=1, 2)が定められる。このようにすると、予混合気形成用パイロット噴射による燃料を良好に燃焼させることができる。なお、この燃料噴射時期ITPP(i)は予測筒内温度TCEの関数として予めROM32内に記憶されている。また、予混合気形成用パイロット噴射による燃料が着火源形成用パイロット噴射による燃料よりも先に着火しないように燃料噴射時期ITPP(i)が定められている。

【0038】一方、主噴射を2回行うときには燃料噴射に必要な時間、即ち第1の主噴射を開始してから第2の主噴射が完了するまでの時間が主噴射を1回だけ行うときよりも長くなる。このため、第2の主噴射の末期に噴射された燃料がいわゆる後燃えのように燃焼する恐れがある。そこで、主噴射を2回行うときには1回だけ行うときに比べて第1の主噴射の燃料噴射時期ITM(1)を進角補正するようにしている。なお、第2の主噴射の燃料噴射時期は第1の主噴射から一定の時間的間隔を隔てて定められる。

【0039】図4から6は本実施態様における燃料噴射形態の決定ルーチンを示している。このルーチンは予め定められたクランク角度毎の割り込みによって実行される。図4から6を参照すると、まずステップ100ではスタータモータスイッチがオンであるか否かが判別される。スタータモータスイッチがオフのときには処理サイクルを終了し、スタータモータスイッチがオンのときには次いでステップ101に進む。ステップ101では機関回転数Nが設定値N1(例えば300rpm)よりも低いか否かが判別される。N $\geq$ N1のときには処理サイクルを終了し、N<N1のときには次いでステップ102に進む。即ち、本実施態様ではスタータモータスイッチがオンでありかつN<N1のときに機関始動時であると判断される。ステップ102では総燃料噴射時間TAUTが算出され、続くステップ103では予測筒内温度TCEが算出される。続くステップ104では予測筒内温度TCEが補正される。続くステップ105では予測筒内圧力PCEが算出される。続くステップ106では予測着火可能温度TIEが算出され、続くステップ107では温度差DIFが算出される(DIF=TIE-TCE)。

【0040】続くステップ108では着火源形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUIPTが算出される。続くステップ109では温度差DIFが設定値D0よりも大きいか否かが判別される。DIF>D0のときには次いでステップ110に進み、第1及び第2の着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時間TAUIP

(1), TAUIP(2)がそれぞれTAUIPT/2とされる。即ち、着火源形成用パイロット噴射が2回だけ行われる。続くステップ111では第1及び第2の着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期ITIP

(1), ITIP(2)がそれぞれ算出される。次いでステップ114に進む。これに対し、DIF $\leq$ D0のときには次いでステップ112に進み、TAUIP(1)がTAUIPTとされ、TAUIP(2)が零とされる。即ち、着火源形成用パイロット噴射が1回だけ行われる。続くステップ113では第1の着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期ITIP(1)が算出される。次いでステップ114に進む。

【0041】ステップ114では温度差DIFが設定値D1よりも小さいか否かが判別される。DIF<D1のときには次いでステップ115に進み、予混合気形成用パイロット噴射の総燃料噴射時間TAUPPTが零にされる。予混合気形成用パイロット噴射が一切行われな。次いでステップ124に進む。これに対し、DIF $\geq$ D1のときには次いでステップ116に進み、機関負荷Lが算出される。続くステップ117では機関負荷Lが設定値L0よりも小さいか否かが判別される。L<L0のときには次いでステップ118に進み、TAUPPTが算出される。続くステップ119では温度差DIFが設定値D2よりも大きいか否かが判別される。DIF>D2のときには次いでステップ120に進み、第1及び第2の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時間TAUPP(1), TAUPP(2)がそれぞれTAUPPT/2とされる。即ち、予混合気形成用パイロット噴射が2回だけ行われる。続くステップ121では第1及び第2の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期ITPP(1), ITPP(2)がそれぞれ算出される。次いでステップ124に進む。

【0042】これに対し、ステップ119においてDIF $\leq$ D2のときには次いでステップ122に進み、TAUPP(1)がTAUPPTとされ、TAUPP(2)が零とされる。即ち、予混合気形成用パイロット噴射が1回だけ行われる。続くステップ123では第1の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期ITPP(1)が算出される。次いでステップ124に進む。

【0043】ステップ124では主噴射の総燃料噴射時間TAUMTが算出される(TAUMT=TAUT-(TAUIPT+TAUPPT))。続くステップ125では第1の主噴射の燃料噴射時間TAUM(1)がTAUMTとされ、第2の主噴射の燃料噴射時間TAUM(2)が零とされる。即ち、主噴射が1回だけ行われる。次いで処理サイクルを終了する。

【0044】一方、ステップ117においてL $\geq$ L0のときには次いでステップ126に進み、TAUPPTが零とされる。即ち、予混合気形成用パイロット噴射が一切行われな。続くステップ127では主噴射の総燃料噴射時間TAUMTが算出され、続くステップ128では第1及び第2の主噴射の燃料噴射時間TAUM

(1), TAUM(2)がそれぞれTAUMT/2とされる。即ち、主噴射が2回だけ行われる。続くステップ



129では第1の主噴射の燃料噴射時期ITM(1)が補正される。次いで処理サイクルを終了する。

【0045】

【発明の効果】パイロット噴射の形態を最適に設定することができる。

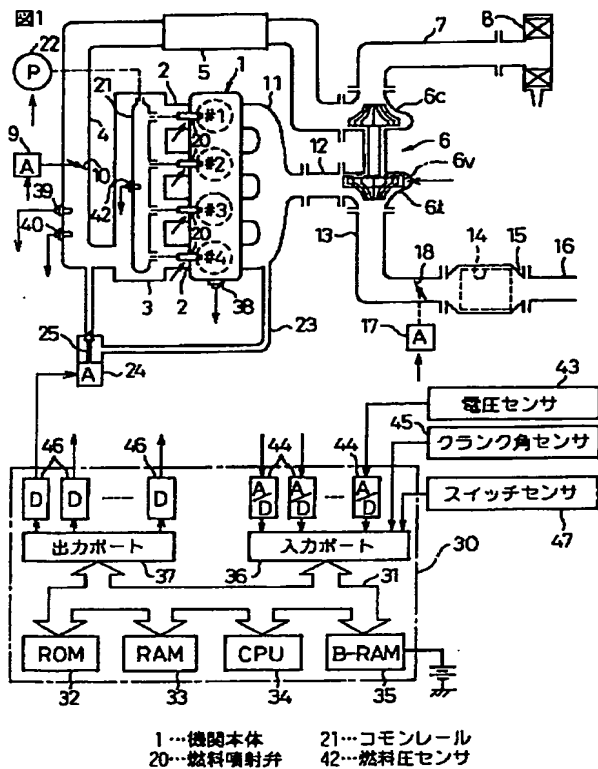
【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関の全体図である。

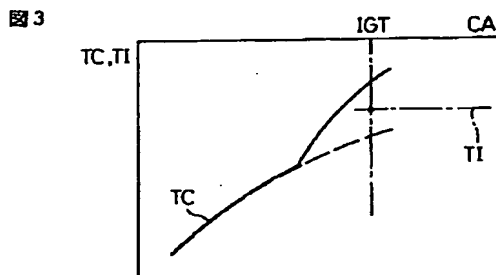
【図2】1燃焼サイクルで行われる燃料噴射の形態を説明するための図である。

【図3】筒内温度と着火可能温度との関係を示す概略線図である。

【図1】



【図3】



【図4】燃料噴射形態の決定ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】燃料噴射形態の決定ルーチンを示すフローチャートである。

【図6】燃料噴射形態の決定ルーチンを示すフローチャートである。

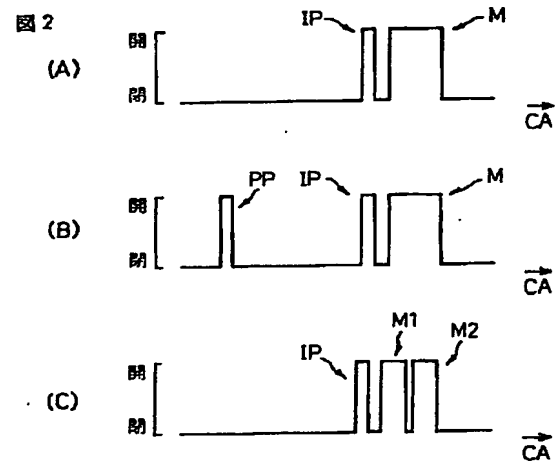
【符号の説明】

1…機関本体

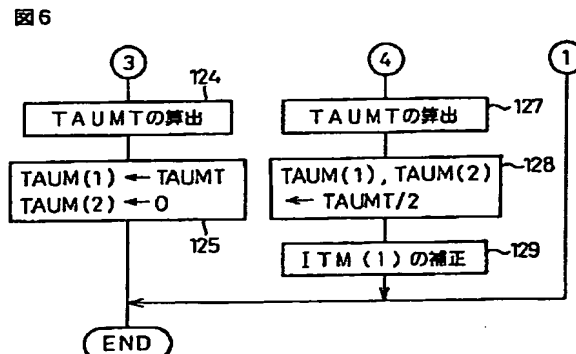
20…燃料噴射弁

21…コモンレール

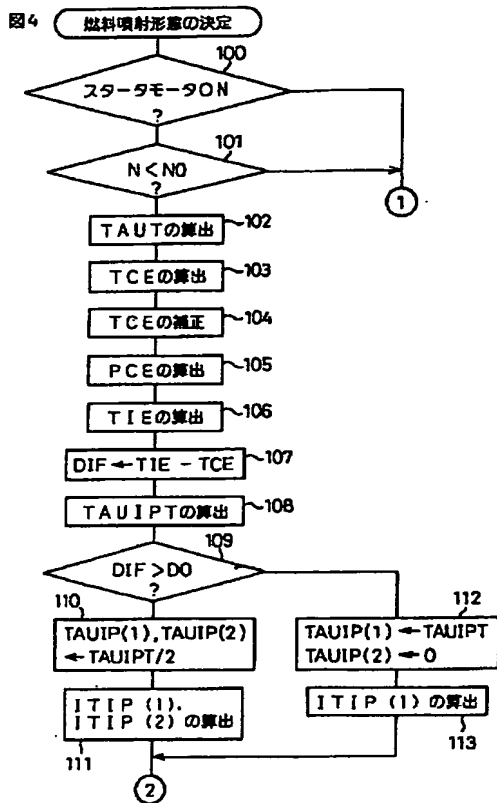
【図2】



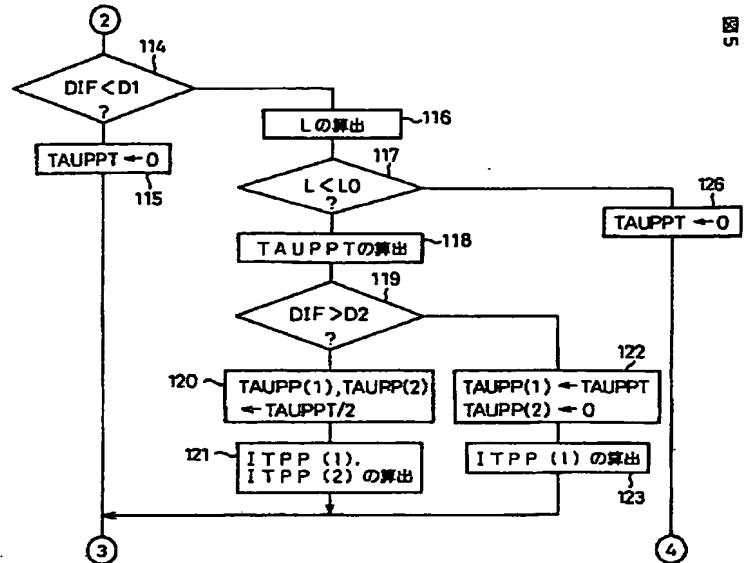
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 川口 暁生  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 岡田 晋  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 太長根 嘉紀  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 小川 孝  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G066 AA07 AA11 AB02 AC09 AD07  
BA13 BA44 BA51 DA01 DA04  
DA10 DB01 DC03 DC05 DC09  
DC13 DC14 DC17 DC18 DC19  
3G092 AA02 AA17 AA18 AB03 BA08  
BB01 BB13 DB03 DC03 DC09  
DE03S DG07 EA02 EA09  
EA12 EB04 EC09 FA06 FA31  
GA01 HA01Z HA04Z HA05Z  
HB03Z HC01Z HD07X HE02Z  
HE03Z HE08Z HF02Z  
3G301 HA02 HA04 HA11 HA13 JA00  
KA01 LA03 LB11 LC01 MA11  
MA19 MA23 MA26 MA27 NC02  
NE06 PA01Z PA07Z PA10Z  
PB08Z PC00Z PE02Z PE03Z  
PE08Z PG01Z

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-254645

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl.

F02D 41/38  
F02D 23/02  
F02D 41/06  
F02M 45/04  
F02M 47/00

(21)Application number : 2000-068645 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 08.03.2000 (72)Inventor : FUJIWARA KIYOSHI  
SAKATA ICHIRO  
KAWAGUCHI AKIO  
OKADA SUSUMU  
OONAGANE YOSHINORI  
OGAWA TAKASHI

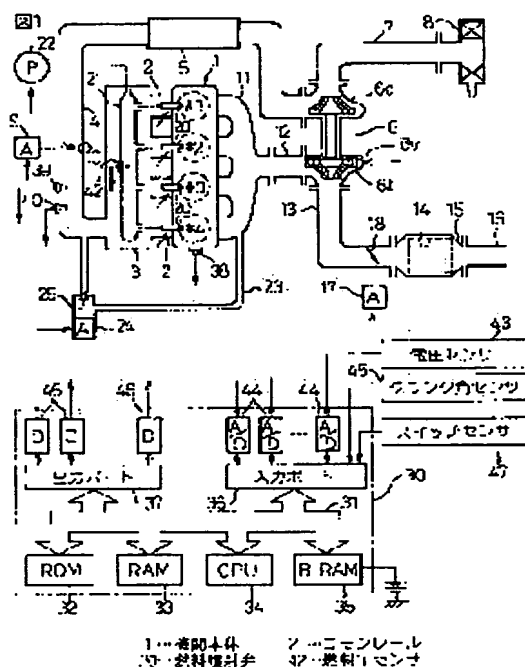
## (54) FUEL INJECTION DEVICE OF DIESEL ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To set a form of pilot injection optimal.

SOLUTION: Fuel injection valves 20 respectively provided on a plural number of cylinders are connected to a common rail 21. At least one pilot injection for igniting source formation is carried out in advance of main injection in one combustion cycle.

Cylinder temperature at the time of target ignition of fuel by the main injection when it is assumed that the pilot injection for ignition source formation is not carried out is predicted in accordance with an engine driving state. The form of the pilot injection for ignition source formation, that is, the number of pilot injection times for ignition source formation, fuel injection quantity and fuel injection time are set so that fuel by the main injection is ignited at its target igniting time in accordance with the predicted cylinder temperature.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	25.06.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3680259
[Date of registration]	27.05.2005
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the fuel injection equipment of the Diesel engine which was made to perform at least one pilot injection for ignition-source formation in 1 combustion cycle in advance of the main injection Whenever [ in the target ignition stage of the fuel by the main injection when assuming that pilot injection for ignition-source formation is not performed / cylinder internal temperature ] is predicted based on engine operational status. The fuel injection equipment of the Diesel engine which set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation based on whenever [ cylinder this internal temperature / which was predicted ].

[Claim 2] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 with which the gestalt of said pilot injection for ignition-source formation is defined by at least one chosen from among the count of the pilot injection for ignition-source formation, fuel oil consumption, and fuel injection timing.

[Claim 3] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 which set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation so that the fuel by the main injection might be lit at the target ignition stage.

[Claim 4] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 which detects the angular velocity of the crankshaft at the time of the combustion of one front in an engine, and predicted whenever [ said cylinder internal temperature ] based on the this detected angular velocity.

[Claim 5] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 which detects the combustion condition at the time of the combustion of one front in the same gas column, and predicted whenever [ said cylinder internal temperature ] based on the this detected combustion condition.

[Claim 6] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 which set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation based on the temperature which predicted the temperature of the fuel by the main injection in the target ignition stage of the fuel by the main injection when assuming that pilot injection for ignition-source formation is not performed which can be lit based on engine operational status, and was this predicted to be whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ], and which can be lit.

[Claim 7] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 which was made to set up the gestalt of prediction of whenever [ said cylinder internal temperature ], and said pilot injection at the time of engine starting.

[Claim 8] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 with which it was made only for the fuel oil consumption of premixed air pilot injection to decrease the fuel oil consumption of the main injection while being possible to perform at least one pilot injection for premixed air formation in advance of said pilot injection for ignition-source formation and setting up the gestalt of the pilot injection for premixed air formation based on whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ] in 1 combustion cycle.

[Claim 9] The fuel injection equipment of the Diesel engine according to claim 1 which divides the main injection into multiple times and was made to perform it.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a Diesel engine's fuel injection equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the fuel injection equipment of the Diesel engine which was made to perform pilot injection in 1 combustion cycle in advance of the main injection is known. Thus, if pilot injection is performed, the fuel by the main injection can light easily. Moreover, it is thought that it becomes still easier as the count of pilot injection increases.

[0003] It is necessary to conquer big friction on the other hand at the time of starting between the engine colds, and to complete an engine warm-up promptly, and since it is necessary to reduce unburnt [ which is discharged by the engine / HC ] as much as possible, it is necessary to carry out ignition combustion of the fuel by the main injection certainly. Then, while performing pilot injection at the time of starting between the engine colds, when whenever [ engine rotational frequency or engine cooling water temperature ] is low, the fuel injection equipment of the Diesel engine which set up many counts of pilot injection compared with the high time is well-known (refer to JP,6-129296,A).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] If whenever [ cylinder internal temperature ] is high even when for example, a place's engine rotational frequency is low, the fuel by the main injection can carry out ignition combustion comparatively easily. However, since it is common that the fuel oil consumption of the part main injection decreases if the count of pilot injection increases, when I hear that an engine rotational frequency is only low and the count of pilot injection is made [ many ] like an above-mentioned fuel injection equipment, there is a trouble that there is a possibility that sufficient engine output torque to conquer friction cannot be obtained. Moreover, since the fuel oil consumption and fuel injection timing of each pilot injection are also set up based on the count of pilot injection, these fuel oil consumption and fuel injection timing can also not necessarily be said to be the optimal thing.

[0005] Then, the purpose of this invention is to offer the fuel injection equipment of the Diesel engine which can set up the gestalt of pilot injection the optimal.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In the fuel injection equipment of the Diesel engine which was made to perform at least one pilot injection for ignition-source formation in 1 combustion cycle in advance of the main injection according to the 1st invention in order to solve the above-mentioned technical problem Based on engine operational status, he predicts whenever [ in the target ignition stage of the fuel by the main injection when assuming that pilot injection for ignition-source formation is not performed / cylinder internal temperature ], and is trying to set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation based on whenever [ cylinder internal temperature / which was predicted ]. That is, in the 1st invention, since whenever [ in the target ignition stage of the fuel by the main injection / cylinder internal temperature ] is predicted and the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation is set up based on whenever [ this cylinder internal temperature / that was predicted ], this gestalt is set up the optimal because of ignition of the fuel by the main injection.

[0007] Moreover, according to the 2nd invention, in the 1st invention, the gestalt of said pilot injection for ignition-source formation is defined by at least one chosen from among the count of the pilot injection for ignition-source formation, fuel oil consumption, and fuel injection timing. That is, in the 2nd invention, at least one chosen from among based on whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ] among the count of the pilot injection for ignition-source formation, fuel oil consumption, and fuel injection timing is set up.

[0008] Moreover, he is trying according to the 3rd invention, to set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation in the 1st invention, so that the fuel by the main injection may be lit at the target ignition stage. That is, by 3rd invention, the ignition stage of the fuel by the main injection is controlled by setup of the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation. Moreover, in the 1st invention, he detects the angular velocity of the crankshaft at the time of the combustion of one front in an engine, and is trying to predict whenever [ said cylinder internal temperature ] based on the detected angular velocity according to the 4th invention.

[0009] Moreover, in the 1st invention, he detects the combustion condition at the time of the combustion of one front in the same gas column, and is trying to predict whenever [ said cylinder internal temperature ] based on the detected combustion condition according to the 5th invention. Namely, if combustion gets worse, unburnt [ which remains in a cylinder / HC ] will increase and residual unburnt [ this / HC ] will control the rise of whenever [ cylinder internal temperature ] at the time of the next combustion. It depends for the amount of residual unburnt HC on the combustion condition at the time of the combustion of one front in the same gas column. Then, he is trying to predict whenever [ said cylinder internal temperature ] in the 5th invention based on the combustion condition at the time of the combustion of one front in the same gas column.

[0010] Moreover, he is trying to set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation based on the temperature which predicted the temperature of the fuel by the main injection in the target ignition stage of the fuel by the main injection when assuming that pilot injection for ignition-source formation is not performed in the 1st invention which can be lit based on engine operational status according to the 6th invention, and was predicted to be whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ] and which can be lit. Namely, it cannot judge whether the injected fuel is lit only by only whenever [ cylinder internal temperature ], but it can judge it only after it measures whenever [ cylinder internal temperature ] and the temperature which can be lit. Then, he is trying to set up the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation in the 6th invention based on the temperature which was predicted to be whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ] and which can be lit.

[0011] Moreover, according to the 7th invention, in the 1st invention, it is made to set up the gestalt of prediction of whenever [ said cylinder internal temperature ], and said pilot injection at the time of engine starting. Moreover, while being possible to perform at least one pilot injection for premixed air formation in advance of said pilot injection for ignition-source formation and setting up the gestalt of the pilot injection for premixed air formation in the 1st invention based on whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ] in 1 combustion cycle according to the 8th invention, he is trying only for the fuel oil consumption of premixed air pilot injection to decrease the fuel oil consumption of the main injection. That is, in the 8th invention, since the fuel oil consumption of the main injection decreases only in the fuel oil consumption of premixed air pilot injection, ignition combustion of the fuel by the main injection is made easy, and the gestalt of the pilot injection for premixed air formation is set up based on whenever [ said cylinder internal temperature / which was predicted ] at this time.

[0012] Moreover, according to the 9th invention, in the 1st invention, the main injection is divided into multiple times and it is made to perform it. That is, in the 9th invention, since the fuel oil consumption per main injection decreases, ignition combustion of the fuel by the main injection is made easy.

[0013]

[Embodiment of the Invention] If drawing 1 is referred to, the engine body 1 possesses four gas column #1, #2, #3, and #4. Each gas column is connected to the common surge tank 3 through the corresponding inhalation-of-air branch pipe 2, respectively, and a surge tank 3 is connected to the outlet section of compressor 6c of a supercharger 6, for example, an exhaust air turbocharger,

through an air intake duct 4 and an intercooler 5. The inlet-port section of compressor 6c is connected to an air cleaner 8 through the air suction tube 7. In a surge tank 3 and the air intake duct 4 between intercoolers 5, the throttle valve 10 driven with an actuator 9 is arranged. In addition, adjustable nozzle device 6v which can change the opening area is attached in the exhaust air input of 6t of exhaust gas turbines. If exhaust air input area of 6t of exhaust gas turbines is made small by adjustable nozzle device 6v, charge pressure can be raised also at the time of engine low rotation operation with low exhaust gas pressure.

[0014] On the other hand, each gas column is connected to the inlet-port section of 6t of exhaust gas turbines of the exhaust air turbocharger 6 through an exhaust manifold 11 and an exhaust pipe 12, the outlet section of 6t of exhaust gas turbines minds an exhaust pipe 13, and it is NOX. It connects with the casing 15 which held the reduction catalyst 14, and the exhaust air throttle valve 18 driven with an actuator 17 is arranged in the exhaust pipe 13 by which casing 15 is connected to an exhaust pipe 16. NOX A reduction catalyst 14 possesses the zeolite which supported copper. This NOX A reduction catalyst 14 is NOX also at an oxidizing atmosphere, if HC and a reducing agent like CO are contained during the flowing exhaust air. It can return. In addition, an engine's 1 combustion sequence is #1-#3-#4-#2.

[0015] Each gas column possesses the fuel injection valve 20 which injects a fuel directly into a cylinder. Discharge quantity is connected to the controllable fuel pump 22 through the accumulator for fuels or a common rail 21 with each common fuel injection valve 20. The fuel pump 22 is connected to the fuel tank (not shown) through the low voltage pump (not shown), and the fuel breathed out from the fuel pump 22 is supplied to a common rail 21, and, subsequently to each fuel injection valve 20, is supplied. Discharge quantity is controlled so that a fuel pump 22 becomes the target fuel pressure as which the fuel pressure in a common rail 21 was determined beforehand. In addition, this target fuel pressure can be defined for example, according to engine operational status.

[0016] If drawing 1 is furthermore referred to, an exhaust manifold 11 and the air intake duct 4 of throttle-valve 10 lower stream of a river will be mutually connected through the exhaust-gas-recirculation (Following EGR is called) path 23, and the EGR control valve 25 driven with an actuator 24 will be arranged in the EGR path 23. An electronic control unit (ECU) 30 consists of a digital computer, and ROM (read-only memory)32, RAM (random access memory)33 and CPU (microprocessor)34 which were mutually connected through the bidirectional bus 31, B-RAM (backup RAM)35 always connected to the power source, input port 36, and an output port 37 are provided. The coolant temperature sensor 38 which generates the output voltage proportional to engine cooling water temperature is attached in the engine body 1. In the air intake duct 4 of throttle-valve 10 lower stream of a river, the MAP sensor 39 which generates the output voltage proportional to MAP PM, and the intake temperature sensor 40 which generates the output voltage proportional to the inhalation air temperature THA in an air intake duct 4 are arranged. The voltage sensor 41 which generates the output voltage proportional to the electrical potential difference VB of the dc-battery (not shown) which drives a starter motor (not shown) is attached in a dc-battery. The fuel pressure sensor 42 which generates the output voltage proportional to the fuel pressure in a common rail 21 is attached in a common rail 21. The output voltage of these sensors 38, 39, 40, 41, and 42 is inputted into input port 36 through corresponding A-D converter 44, respectively. Moreover, the switch sensor 47 which generates the output pulse showing a starter motor switch (not shown) being ON is connected to input port 36. Furthermore, whenever 30 degrees rotates, the crank angle sensor 45 which generates an output pulse is connected to input port 36 for a crankshaft. In CPU34, based on the output pulse of the crank angle sensor 45, the angular velocity of a crankshaft and the engine rotational frequency N are computed, and the inhalation air content Ga is computed based on the output voltage of the MAP sensor 39.

[0017] On the other hand, an output port 37 is connected to adjustable nozzle device 6v, each actuators 9, 17, and 24, each fuel injection valve 20, and a fuel pump 22 through the drive circuit 46 which corresponds, respectively, respectively. By the way, if a common rail 21 is formed, it will become possible to carry out multiple-times injection of the fuel into 1 combustion cycle of each gas column. So, apart from the main injection performed in general by the circumference of a compression top dead center, time spacing is separated from the main injection to a tooth-lead-angle side, and it is made to perform pilot injection in this embodiment in order to generate an engine



output torque.

[0018] Pilot injection injects a little fuel in advance of the main injection. This pilot injection is performed by the compression stroke before the main injection, i.e., 70 in front of compression top dead center (Following BTDC is called) to 0-degree crank angle (Following CA is called) extent, when time spacing to the main injection is large, premixed air is formed, and when small, the ignition source for carrying out ignition combustion of the fuel by the main injection is formed. Moreover, it is also possible to perform pilot injection of multiple times, therefore both pilot injection for premixed air formation and pilot injection for ignition-source formation can also be performed, and pilot injection for premixed air formation and pilot injection for ignition-source formation can also be performed two or more times, respectively. At the time of combustion, the fuel by the pilot injection for ignition-source formation is lit first here, subsequently the fuel by the main injection is lit by making this into an ignition source, and the fuel by the pilot injection for premixed air formation burns with the combustion flame by the main injection. The pilot injection for ignition-source formation and the pilot injection for premixed air formation completely differ in the property not only in fuel injection timing but in this semantics.

[0019] Furthermore, it is also possible to divide the main injection into multiple times and to perform it. That is, when the main injection is divided into 2 times, for example, by one half of the amount of total fuel which should be injected by the main injection is injected in each main injection. If it does in this way, the fuel oil consumption per main injection can be reduced. The gestalt of the fuel-injection operation in 1 combustion cycle, i.e., the count of each fuel injection, fuel injection duration, and the example of fuel-injection-timing \*\* are roughly shown in drawing 2 in the form of the valve-opening period of a fuel injection valve 20. In the example shown in drawing 2 (A), the main injection is performed only once, pilot injection for (M) ignition-source formation is performed only once, and pilot injection for (IP) premixed air formation is not performed. In the example shown in drawing 2 (B), the main injection is performed only once, pilot injection for (M) ignition-source formation is performed only once, and pilot injection for (IP) premixed air formation is performed only once (PP). In the example shown in drawing 2 (C), the main injection is performed only twice (M1, M2), pilot injection for ignition-source formation is performed only once, and pilot injection for (IP) premixed air formation is not performed. In addition, in this embodiment, the main injection, the pilot injection for ignition-source formation, and the pilot injection for premixed air formation will call twice a line crack and the thing performed previously the 1st fuel injection at the maximum in 1 combustion cycle, respectively, and what is performed behind will be called the 2nd fuel injection.

[0020] Next, the decision approach of the fuel-injection gestalt at the time of engine starting is explained. If the sum total of the fuel injection duration of the 1st and 2nd main injection is expressed with the total fuel injection duration TAUMT, in this embodiment, the total fuel injection duration TAUMT of the main injection at the time of engine starting will be computed by the degree type.

$$TAUMT = TAUT - (TAUIPT + TAUPPT)$$

The total fuel injection duration and TAUIPT express the total fuel injection duration of the pilot injection for ignition-source formation, and, as for TAUPPT, TAUT expresses the total fuel injection duration of the pilot injection for premixed air formation here, respectively. The total fuel injection duration TAUT is the fuel injection duration showing the total fuel quantity which should be injected in the optimal 1 combustion cycle for engine starting, and is beforehand found by experiment. This total fuel injection duration TAUT is beforehand memorized in ROM32 as a function of THW and the engine rotational frequency N for example, whenever [ engine cooling water temperature ].

[0021] The fuel injection duration TAUM (1) and TAUM of the 1st and 2nd main injection when moreover performing the main injection only once (2) is computed by the degree type.

$TAUM(1) = TAUMT$  It is computed by the degree type when  $TAUM(2) = 0$  one side and the main injection should be performed only twice.

The 1st when performing pilot injection for ignition-source formation only once and the fuel injection duration TAUIP (1) and TAUIP of the 2nd pilot injection for ignition-source formation (2) are computed by the degree type like  $TAUM(1) = TAUM(2) = TAUMT/2$ .

[0022]  $TAUIP(1) = TAUIPT$  It is computed by the degree type when pilot injection for  $TAUIP(2) = 0$

ignition-source formation should be performed only twice.

The 1st when performing  $TAUIP(1) = TAUIP(2) = TAUIPT/2$  and pilot injection for premixed air formation only once and the fuel injection duration  $TAUPP(1)$  and  $TAUPP$  of the 2nd pilot injection for premixed air formation (2) are computed by the degree type.

[0023]  $TAUPP(1) = TAUPPT$  It is computed by the degree type when pilot injection for  $TAUPP(2) = 0$  ignition-source formation should be performed only twice.

$TAUPP(1)$  It is as follows when [ at which  $= TAUPP(2) = TAUPPT$  / pilot injection for 2 ignition-source formation should be performed ] not coming out.

[0024] The calculation approach of the total fuel injection duration  $TAUIPT$  the pilot injection for ignition-source formation is explained to  $TAUPP(1) = TAUPP(2) = \text{zero-order}$ . After the main injection is started, if an ignition-delay period until the fuel by the main injection is lit becomes long, the amount of unburnt HC will increase, as a result, a lot of amounts of unburnt HC are discharged from an engine, and unburnt [ a lot of / HC ] remains in a cylinder. Moreover, it not only cannot complete an engine warm-up promptly, but vibration and the noise become large. So, in this embodiment, the target ignition stage IGT of the fuel by the main injection was set up, and the fuel-injection gestalt is set up so that the fuel by the main injection may be lit at the target ignition stage IGT.

[0025] If it explains in detail, whenever [ cylinder internal temperature ] goes up as a crank angle approaches a compression top dead center, pilot injection for ignition-source formation will not be performed, or TC will go up whenever [ cylinder internal temperature / when assuming that the fuel by the pilot injection for ignition-source formation does not carry out ignition combustion ], as shown by the broken line of drawing 3. In this target ignition stage IGT, if TC is [ whenever / cylinder internal temperature ] lower than the temperature TI of the fuel by the main injection which can be lit, the fuel by the main injection will not be lit, and even if it lights, it does not fully burn. Especially this condition may happen at the time of starting between the engine colds.

[0026] On the other hand, if the fuel by the pilot injection for ignition-source formation carries out ignition combustion, as shown by the continuous line of drawing 3, TC goes up whenever [ cylinder internal temperature ], as a result in the target ignition stage IGT, TC can be made higher than the temperature TI which can be lit whenever [ cylinder internal temperature ], therefore the fuel by the main injection can be lit, and it can be made to fully burn. So, in this embodiment, while performing pilot injection for ignition-source formation once [ at least ] in 1 combustion cycle, the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation is set up so that TC may become higher than the temperature TI which can be lit whenever [ cylinder internal temperature ] in the target ignition stage IGT.

[0027] The target ignition stage IGT of the fuel by the main injection can be set up based on engine operational status like the fuel injection timing of the engine rotational frequency N and the main injection. However, in this embodiment, in order to simplify explanation, the target ignition stage IGT is fixed. When whenever [ in this target ignition stage IGT / cylinder internal temperature ], and the temperature of the fuel by the main injection which can be lit should determine the gestalt of each fuel injection, naturally it cannot be known, but it must be predicted. However, whenever [ cylinder internal temperature / of a No. 1 gas column ], whenever [ in the target ignition stage IGT / cylinder internal temperature ] becomes high as it becomes high at the time  $VCAM0$  of the combustion of one front in an engine, i.e., the angular velocity of a crankshaft at the time of combustion of a No. 2 gas column. Moreover, it depends for whenever [ in the target ignition stage IGT / cylinder internal temperature ] also on for example, the engine cooling water temperature THW, an intake-air temperature THA, MAP PM, and battery voltage VB. Then, he is trying to predict TCE based on these [  $VCAM0$  THW, THA, PM, and VB ] whenever [ in the target ignition stage IGT / cylinder internal temperature ]. In addition, whenever [ this prediction cylinder internal temperature ], TCE is beforehand calculated as a function of  $VCAM0$ , THW, THA, PM, and VB, and is memorized in ROM32. Moreover, TCE can also be calculated whenever [ prediction cylinder internal temperature / of the gas column in which combustion is performed next based on the crankshaft angular velocity which the circumference of the compression top dead center of the gas column in which combustion is performed, or an explosion line can set more by the way before one ].

[0028] Since whenever [ in the target ignition stage IGT / cylinder internal temperature ] goes up whenever combustion is performed at the time of engine starting, if TCE is calculated whenever [ prediction cylinder internal temperature ] based on the angular velocity of the crankshaft at the time of the combustion of one front in an engine, whenever [ cylinder internal temperature ] can be predicted correctly. However, if unburnt [ HC ] remains in a cylinder, since residual unburnt [ this / HC ] will evaporate at the time of the following compression stroke, whenever [ cylinder internal temperature ] falls [ that part ]. Depending on the amount of residual unburnt HC, it can be depended for a fallen part of whenever [ this cylinder internal temperature ] on the combustion condition at the time of the combustion of one front in the same gas column, and the amount of residual unburnt HC can express a combustion condition with the rate of change of the engine rotational frequency N and the form of crankshaft angular velocity at the time of combustion. Then, he detects the rate of change and crankshaft angular velocity of the engine rotational frequency N at the time of the combustion of one front in the same gas column, and is trying to amend TCE whenever [ above-mentioned prediction cylinder internal temperature ] based on the rate of change and crankshaft angular velocity of these engines rotational frequency N.

[0029] On the other hand, it depends on cylinder internal pressure for the temperature of a fuel which can be lit. Then, he predicts the cylinder internal pressure PCE in the target ignition stage IGT first, and is trying to predict the temperature TIE in the target ignition stage IGT which can be lit based on this prediction cylinder internal pressure PCE. Here, the prediction cylinder internal pressure PCE is beforehand called for as a function of VCAM0, THW, THA, PM, and VB like TCE whenever [ prediction cylinder internal temperature / which was mentioned above ], and is memorized in ROM32. Moreover, the temperature TIE which can be prediction lit is also beforehand memorized in ROM32 as a function of the prediction cylinder internal pressure PCE.

[0030] When the talk is returned to the calculation approach of the total fuel injection duration TAUPT the pilot injection for ignition-source formation, this total fuel injection duration TAUPT is fuel injection duration required to acquire the temperature rise which makes whenever [ actual cylinder internal temperature ] higher than the temperature TIE which can be prediction lit in the target ignition stage IGT. This total fuel injection duration TAUPT is beforehand found by experiment, and is beforehand memorized in ROM32 as a function of a temperature gradient DIF. Specifically, the total fuel injection duration TAUPT becomes large as a temperature gradient DIF becomes large.

[0031] By the way, it mixes with air, diffusing the inside of a cylinder, and the fuel injected in the cylinder (or combustion chamber) forms a combustible gas mixture. However, when a temperature gradient DIF is large, the engine rotational frequency N is low in many cases, and since air flow strong in a cylinder does not exist at this time, mixing of a fuel and air is hard to be promoted. Moreover, when a temperature gradient DIF is large, the total fuel injection duration TAUPT of the pilot injection for ignition-source formation is large and such a lot of fuels are injected in one fuel-injection operation, there is a possibility that all these fuels of a lot of cannot fully be mixed with air to the inside of a short time. So, when a temperature gradient DIF is larger than the set point D0 defined beforehand, it is made to perform pilot injection for ignition-source formation twice. Consequently, since the fuel oil consumption per pilot injection for ignition-source formation decreases, sufficient mixing with air is secured, and ignition combustion of the fuel by the pilot injection for ignition-source formation can be carried out certainly. In addition, when a temperature gradient DIF is smaller than the set point D0, pilot injection for ignition-source formation is performed only once.

[0032] When pilot injection for ignition-source formation is performed only twice, the fuel injection timing ITIP (1) and ITIP of the 1st and 2nd pilot injections for ignition-source formation (2) is set up, and when carried out only once, the fuel injection timing ITIP of the 1st pilot injection for ignition-source formation (1) is set up. In this case, fuel-injection-timing ITIP(i) (i=1 and 2) is set that the amount [ as opposed to the target ignition stage IGT in the time when TCE is lower ] of tooth lead angles becomes large whenever [ prediction cylinder internal temperature ]. That is, when whenever [ cylinder internal temperature ] is low, it is hard to carry out ignition combustion of the fuel by the pilot injection for ignition-source formation. Then, mixing with the fuel and air by the pilot injection for ignition-source formation is made to be promoted by carrying out the tooth lead

angle of the fuel injection timing ITIP (i). In addition, this fuel injection timing ITIP (i) is beforehand memorized in ROM32 as a function of TCE whenever [ prediction cylinder internal temperature ].

[0033] Thus, the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation, i.e., fuel injection duration, a count, and fuel injection timing are determined. By the way, when the above-mentioned temperature gradient DIF is comparatively large, there is a possibility that the fuel by the main injection may not burn the gestalt of the pilot injection for ignition-source formation good even if the optimal. How to perform the main injection in 2 steps in order to be able to obtain good combustion and to, lessen fuel oil consumption per main injection on the other hand, if fuel oil consumption per fuel injection is lessened as mentioned above, and the approach of performing pilot injection for premixed air formation, and lessening fuel oil consumption of the part main injection can be considered. Then, when DIF is larger than D1, pilot injection for premixed air formation is performed, or it is made to perform the main injection only once, while forbidding the pilot injection for premixed air formation, when a temperature gradient DIF is smaller than the set point D1 defined beforehand, and to perform the main injection twice.

[0034] If pilot injection for premixed air formation is performed, by the time it carries out ignition combustion, it can mix with the air in a cylinder enough, therefore the fuel injected at this time can reduce unburnt [ HC ]. However, when the fuel oil consumption of the pilot injection for premixed air formation increases, therefore the fuel oil consumption of the main injection decreases, there is a possibility that an engine output may decline and engine starting cannot be completed promptly.

[0035] Then, the engine load L is detected, when the engine load L is lower than the set point L0 defined beforehand, while performing pilot injection for premixed air formation, the main injection is performed only once, and when higher than the set point L0, while the engine load L forbids the pilot injection for premixed air formation, it is made to perform the main injection twice. In this embodiment, the engine load L is beforehand called for as the engine cooling water temperature THW, battery voltage VB, and a function of the engine rotational frequency N, and is memorized in ROM32. In other words, the pilot injection for premixed air formation and 2 times of main injection are alternatively performed according to the engine load L.

[0036] That is, when a temperature gradient DIF is smaller than the set point D1, DIF is larger than D1, and when higher than the set point L0, the total fuel injection duration TAUPPT of the pilot injection for premixed air formation is made into zero for the engine load L. On the other hand, DIF is larger than D1, and when lower than L0, the total fuel injection duration TAUPPT of the pilot injection for premixed air formation is computed for L based on a temperature gradient DIF. Since the fuel according to the main injection in the time when a temperature gradient DIF is larger cannot burn easily, specifically, the total fuel injection duration TAUPPT becomes large as a temperature gradient DIF becomes large. This total fuel injection duration TAUPPT is beforehand found by experiment, and is beforehand memorized in ROM32 as a function of a temperature gradient DIF.

[0037] In this case, the count and fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation are similarly determined as the case of the pilot injection for ignition-source formation. That is, when a temperature gradient DIF is larger than the set point D2 defined beforehand, and a 2 times line crack and DIF have the pilot injection for premixed air formation smaller than D2, it is carried out only once. Moreover, fuel-injection-timing ITPP(i) (i=1 and 2) is set that the amount [ as opposed to the target ignition stage IGT in the time when TCE is lower ] of tooth lead angles becomes large whenever [ prediction cylinder internal temperature ]. If it does in this way, the fuel by the pilot injection for premixed air formation can be burned good. In addition, this fuel injection timing ITPP (i) is beforehand memorized in ROM32 as a function of TCE whenever [ prediction cylinder internal temperature ]. Moreover, fuel injection timing ITPP (i) is set as the fuel by the pilot injection for premixed air formation not being lit ahead of the fuel by the pilot injection for ignition-source formation.

[0038] Time amount when performing the main injection twice, after, starting time amount required for fuel injection, i.e., the 1st main injection, on the other hand until the 2nd main injection is completed becomes longer than the time of performing the main injection only once. For this reason, there is a possibility that the fuel injected in the last stage of the 2nd main injection may burn like the so-called afterburning. So, when performing the main injection twice, compared with the time of

carrying out only once, it is made to carry out tooth-lead-angle amendment of the fuel injection timing ITM of the 1st main injection (1). In addition, the fuel injection timing of the 2nd main injection separates fixed time spacing from the 1st main injection, and is set.

[0039] 6 shows the decision routine of the fuel-injection gestalt in this embodiment from drawing 4. This routine is performed by interruption for whenever [ crank angle / which was defined beforehand / every ]. If 6 is referred to from drawing 4, at step 100, it will be distinguished first whether a starter motor switch is ON. When a starter motor switch is OFF, a processing cycle is ended, and when a starter motor switch is ON, subsequently to step 101, it progresses. At step 101, it is distinguished whether the engine rotational frequency N is lower than the set point N1 (for example, 300rpm). A processing cycle is ended at the time of  $N \geq N1$ , and, subsequently to step 102, it progresses at the time of  $N < N1$ . That is, in this embodiment, it is judged that a starter motor switch is ON, and it is at the engine starting time when it is  $N < N1$ . The total fuel injection duration TAUT is computed at step 102, and TCE is computed whenever [ prediction cylinder internal temperature ] at continuing step 103. At continuing step 104, TCE is amended whenever [ prediction cylinder internal temperature ]. The prediction cylinder internal pressure PCE is computed at continuing step 105. The temperature TIE which can be prediction lit is computed at continuing step 106, and a temperature gradient DIF is computed at continuing step 107 ( $DIF = TIE - TCE$ ).

[0040] At continuing step 108, the total fuel injection duration TAUPT of the pilot injection for ignition-source formation is computed. At continuing step 109, it is distinguished whether a temperature gradient DIF is larger than the set point D0. Subsequently to step 110 at the time of  $DIF > D0$ , it progresses, and fuel injection duration TAUIP (1) and TAUIP of the 1st and 2nd pilot injections for ignition-source formation (2) is set to TAUPT/2, respectively. That is, pilot injection for ignition-source formation is performed only twice. At continuing step 111, the fuel injection timing ITIP (1) and ITIP of the 1st and 2nd pilot injections for ignition-source formation (2) is computed, respectively. Subsequently, it progresses to step 114. On the other hand, subsequently to step 112 at the time of  $DIF \leq D0$ , it progresses, and TAUIP (1) is set to TAUPT, and let TAUIP (2) be zero. That is, pilot injection for ignition-source formation is performed only once. At continuing step 113, the fuel injection timing ITIP of the 1st pilot injection for ignition-source formation (1) is computed. Subsequently, it progresses to step 114.

[0041] At step 114, it is distinguished whether a temperature gradient DIF is smaller than the set point D1. Subsequently to step 115 at the time of  $DIF < D1$ , it progresses, and the total fuel injection duration TAUPPT of the pilot injection for premixed air formation is made into zero. No pilot injection for premixed air formation is performed. Subsequently, it progresses to step 124. On the other hand, subsequently to step 116 at the time of  $DIF \geq D1$ , it progresses, and the engine load L is computed. At continuing step 117, it is distinguished whether the engine load L is smaller than the set point L0. Subsequently to step 118 at the time of  $L < L0$ , it progresses, and TAUPPT is computed. At continuing step 119, it is distinguished whether a temperature gradient DIF is larger than the set point D2. Subsequently to step 120 at the time of  $DIF > D2$ , it progresses, and fuel injection duration TAUPP (1) and TAUPP of the 1st and 2nd pilot injections for premixed air formation (2) is set to TAUPPT/2, respectively. That is, pilot injection for premixed air formation is performed only twice. At continuing step 121, the fuel injection timing ITPP (1) and ITPP of the 1st and 2nd pilot injections for premixed air formation (2) is computed, respectively. Subsequently, it progresses to step 124.

[0042] On the other hand, subsequently to step 122 in step 119, it progresses at the time of  $DIF \leq D2$ , and TAUPP (1) is set to TAUPPT, and let TAUPP (2) be zero. That is, pilot injection for premixed air formation is performed only once. At continuing step 123, the fuel injection timing ITPP of the 1st pilot injection for premixed air formation (1) is computed. Subsequently, it progresses to step 124.

[0043] At step 124, the total fuel injection duration TAUMT of the main injection is computed ( $TAUMT = TAUT - (TAUIPT + TAUPPT)$ ). At continuing step 125, fuel injection duration TAUM of the 1st main injection (1) is set to TAUMT, and let fuel injection duration TAUM of the 2nd main injection (2) be zero. That is, the main injection is performed only once. Subsequently, a processing cycle is ended.

[0044] On the other hand, subsequently to step 126 in step 117, it progresses at the time of  $L \geq L0$ ,

and let TAUPPT be zero. That is, no pilot injection for premixed air formation is performed. At continuing step 127, the total fuel injection duration TAUMT of the main injection is computed, and fuel injection duration TAUM (1) and TAUM of the 1st and 2nd main injection (2) is set to TAUMT/2 at continuing step 128, respectively. That is, the main injection is performed only twice. At continuing step 129, the fuel injection timing ITM of the 1st main injection (1) is amended. Subsequently, a processing cycle is ended.

[0045]

[Effect of the Invention] The gestalt of pilot injection can be set up the optimal.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an internal combustion engine's general drawing.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the gestalt of the fuel injection performed in 1 combustion cycle.

[Drawing 3] It is the outline diagram showing the relation between whenever [ cylinder internal temperature ], and the temperature which can be lit.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the decision routine of a fuel-injection gestalt.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the decision routine of a fuel-injection gestalt.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the decision routine of a fuel-injection gestalt.

[Description of Notations]

1 -- Engine body

20 -- Fuel injection valve

21 -- Common rail

---

[Translation done.]

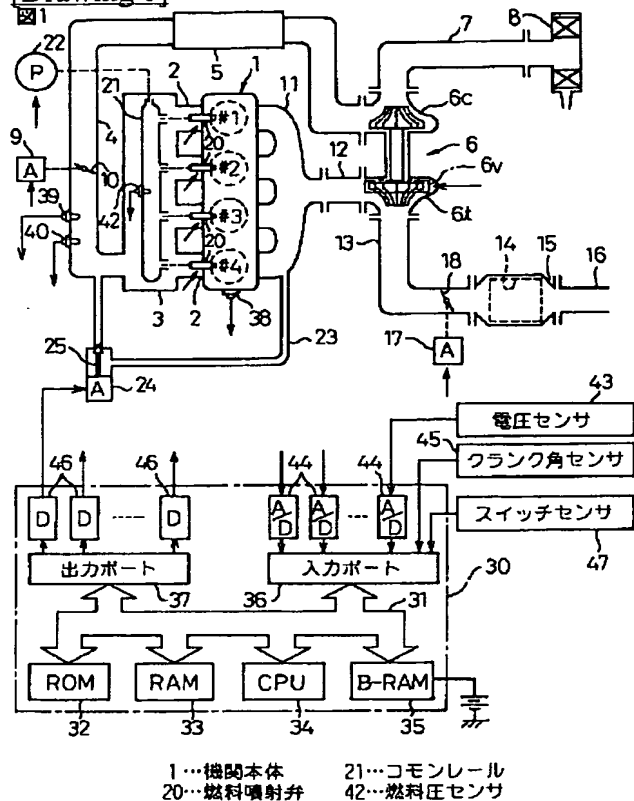
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

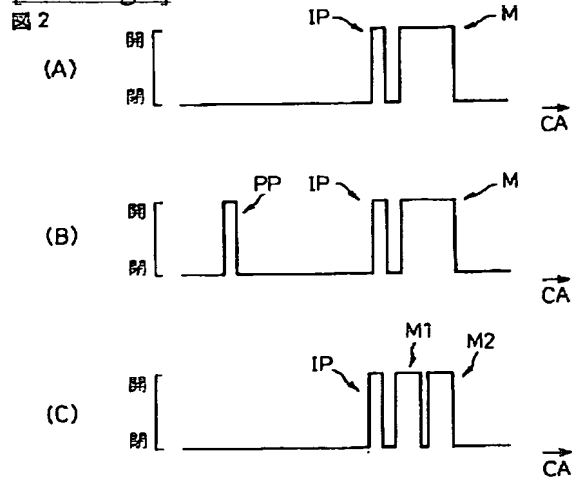
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

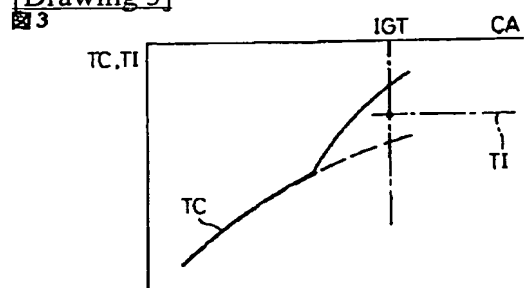


[Drawing 2]

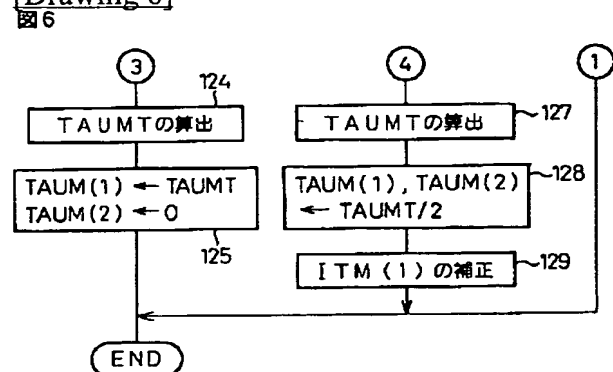




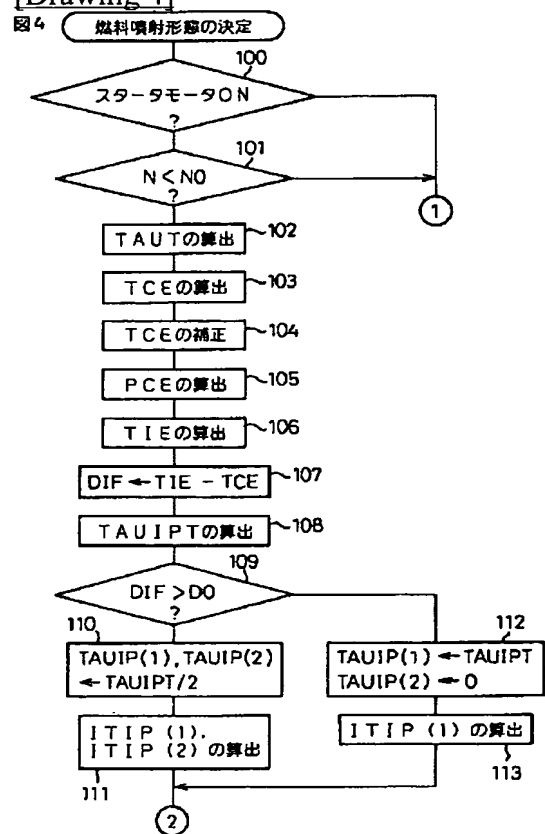
[Drawing 3]



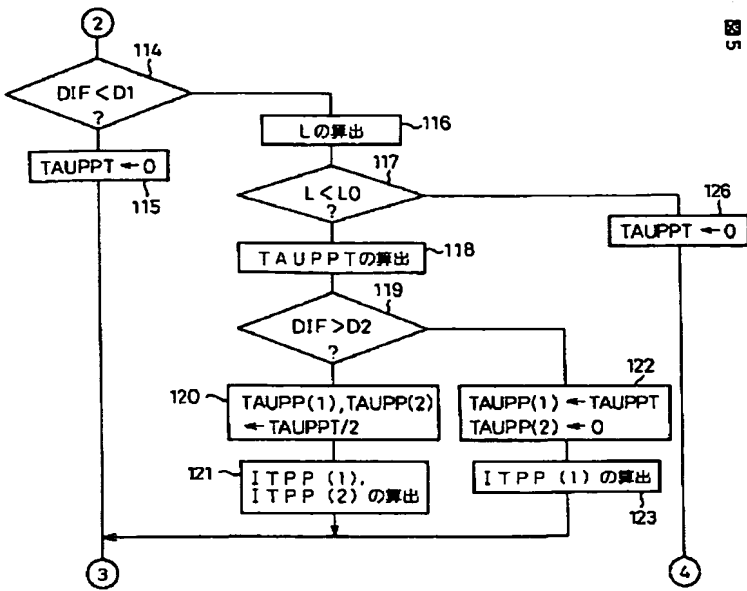
[Drawing 6]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**